

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09320511 A**

(43) Date of publication of application: **12.12.97**

(51) Int. Cl. **H01J 43/04**

(21) Application number: **08141742**

(22) Date of filing: **04.06.96**

(71) Applicant: **HAMAMATSU PHOTONICS KK**

(72) Inventor:
SHIMOI HIDEKI
KATO HISAYOSHI
KUSHIMA HIROYUKI

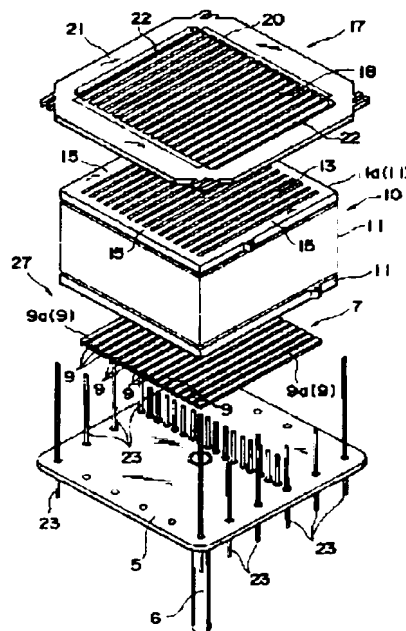
(54) **ELECTRON MULTIPLIER AND
PHOTOMULTIPLIER TUBE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electron multiplier and a photomultiplier tube such that unnecessary signals are unlikely to be produced by electrons that impinge on a frame part.

SOLUTION: An electron multiplier 27 includes a focusing electrode 17, which has a focusing part 20 for focusing impinging electrons and a frame part 21 provided around the focusing part 20; an electron multiplying part 10 in which a plurality of dynodes 11, in each of which a plurality of electron multiplying holes 13 for multiplying electrons are formed at positions opposite to the focusing part 20, are stacked in layers; and an anode 7 for accepting the electrons emitted from the electron multiplying part 10. At least one dummy opening 22 is provided in a frame part 21 opposed to the end 15 of the first dynode 11a.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-320511

(43) 公開日 平成9年(1997)12月12日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 J 43/04

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 J 43/04

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-141742

(22) 出願日 平成8年(1996)6月4日

(71) 出願人 000236436

浜松ホトニクス株式会社

静岡県浜松市市野町1126番地の1

(72) 発明者 下井 英樹

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72) 発明者 加藤 久喜

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72) 発明者 久嶋 浩之

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

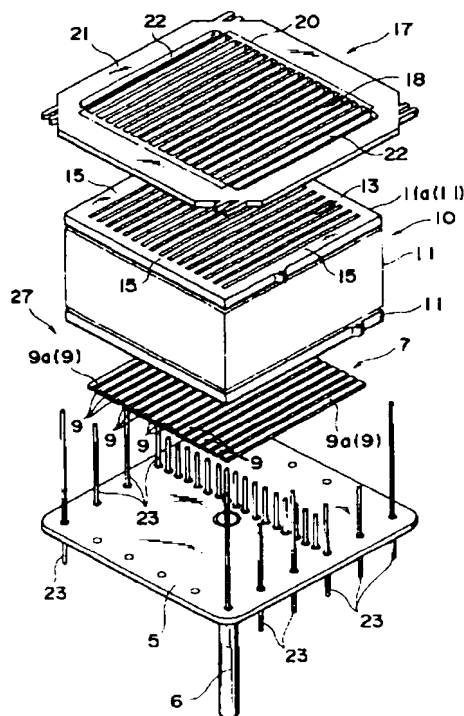
(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

(54) 【発明の名称】 電子増倍器及び光電子増倍管

(57) 【要約】

【課題】 フレーム部に向けて入射する電子により不要な信号を発生し難くした電子増倍器及び光電子増倍管を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明による電子増倍器及び光電子増倍管は、入射した電子を集束するための集束部20と集束部20の周囲に設けられたフレーム部21とをもった集束電極17と、集束部20に対向する位置に電子を増倍するための電子増倍孔13を複数形成させたダイノード11を複数段積層させた電子増倍部10と、電子増倍部10から出射した電子を受容する陽極7とを備えた電子増倍器27において、第1段目のダイノード11aの端部15に対峙させたフレーム部21に、少なくとも1つのダミー開口部22を設けたことを特徴としている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入射した電子を集束するための集束部と前記集束部の周囲に設けられたフレーム部とをもちた集束電極と、前記集束部に対向する位置に電子を増倍するための電子増倍孔を複数形成させたダイノードを複数段に積層させた電子増倍部と、前記電子増倍部から出射した電子を受容する陽極とを備えた電子増倍器において、第1段目の前記ダイノードの端部に対峙させた前記フレーム部に、少なくとも1つのダミー開口部を設けたことを特徴とする電子増倍器。

【請求項2】 前記集束電極の前記集束部は、所定方向に配列された複数のチャンネル開口部で構成され、前記フレーム部の前記ダミー開口部は、前記集束部の前記チャンネル開口部と同一方向に配列され、前記チャンネル開口部の幅をAとして、前記ダミー開口部の幅をBとした場合に、前記ダミー開口部の幅Bは、 $B \geq 0.6A$ の関係を満たすことを特徴とする請求項1記載の電子増倍器。

【請求項3】 前記集束電極の前記集束部は、所定方向に配列された複数のチャンネル開口部で構成され、前記フレーム部の前記ダミー開口部は、前記集束部の前記チャンネル開口部と同一方向に配列され、前記フレーム部は前記集束部より厚く形成されて、前記チャンネル開口部の幅をA、前記ダミー開口部の幅をB、及び前記フレーム部の厚さと前記集束部の厚さとの差をCとした場合に、前記ダミー開口部の幅Bは、 $B \geq 0.6A + 1.0C$ の関係を満たすことを特徴とする請求項1記載の電子増倍器。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか一項に記載の電子増倍器において、前記電子増倍器を密封する真空気密容器と、前記真空気密容器に設けられると共に前記集束電極に対向する位置に光電面をもった受光面板とを更に備えることを特徴とする光電子増倍管。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、電子増倍器及び光電子増倍管に係り、特に、この電子増倍器及び光電子増倍管の集束電極に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来からある光電子増倍管の一例として、特開平6-314550号公報に開示されるものがある。この光電子増倍管では、受光面板の内側に光電面が形成され、この光電面に対向する位置には、平板状の集束電極が配置されている。この集束電極は、複数の開口部を形成させた集束部と、この集束部の周囲に配置されたフレーム部とで構成され、光電面は、集束部より広い面積で形成されている。また、集束電極に対向する位置には、ブロック状の電子増倍部が配置され、この電子増倍部は、平板状のダイノードを複数段積層させることで構成され、各ダイノードには、電子を増倍させるため

の複数の電子増倍孔が形成され、この電子増倍孔は、集束電極の集束部に対向する位置に形成されている。そして、電子増倍部に対向する位置には、電子増倍部からの電子を受容する陽極が配置されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述した従来の光電子増倍管は、光電面が集束部より広い面積で形成されているので、受光面板のフレーム部に対向する位置（以下、有効エリア外領域と呼ぶ）にも光電面が形成され、この有効エリア外領域から出射された光電子は、集束電極のフレーム部で反射されて、フレーム部の近傍にある集束部の開口部を介してダイノードの電子増倍孔に直接入り込む。このため、有効エリア外領域からの光電子は、電子増倍に寄与し、不要な信号を発生させてしまう。本発明は、上述した従来の課題に鑑みてなされたもので、フレーム部に向けて入射する電子により不要な信号を発生し難くした電子増倍器及び光電子増倍管を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明による電子増倍器は、入射した電子を集束するための集束部と集束部の周囲に設けられたフレーム部とをもちた集束電極と、集束部に対向する位置に電子を増倍するための電子増倍孔を複数形成させたダイノードを複数段に積層させた電子増倍部と、電子増倍部から出射した電子を受容する陽極とを備えた電子増倍器において、第1段目のダイノードの端部に対峙させたフレーム部に、少なくとも1つのダミー開口部を設けたことを特徴としている。

【0005】この電子増倍器によれば、集束電極のフレーム部に電子が入射する場合、この電子は、フレーム部に設けられたダミー開口部に集束され、電子増倍部の第1段目のダイノードの端部表面に捕捉される。このため、ダミー開口部を通過した電子は、集束部を介してダイノードの電子増倍孔に入射することはなく、陽極で全く受容されない。

【0006】また、集束電極の集束部は、所定方向に配列された複数のチャンネル開口部で構成され、フレーム部のダミー開口部は、集束部のチャンネル開口部と同一方向に配列され、チャンネル開口部の幅をAとして、ダミー開口部の幅をBとした場合に、ダミー開口部の幅Bは、 $B \geq 0.6A$ の関係を満たすのが好ましい。

【0007】さらに、集束電極の集束部は、所定方向に配列された複数のチャンネル開口部で構成され、フレーム部のダミー開口部は、集束部のチャンネル開口部と同一方向に配列され、フレーム部は集束部より厚く形成されて、チャンネル開口部の幅をA、ダミー開口部の幅をB、及びフレーム部の厚さと集束部の厚さとの差をCとした場合に、ダミー開口部の幅Bは、 $B \geq 0.6A + 1.0C$ の関係を満たすのが好ましい。

【0008】さらにまた、本発明による光電子増倍管

は、前述した電子増倍器において、電子増倍器を密封する真空気密容器と、真空気密容器に設けられると共に集束電極に対向する位置に光電面をもった受光面板とを更に備えることが好ましい。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、図面と共に本発明による光電子増倍管の第1実施形態について説明する。

【0010】図1に示すように、光電子増倍管1は角筒形状の金属容器2を有し、この金属容器2の一端部には、ガラス製の受光面板3が気密に取り付けられている。この受光面板3の内面には、光を電子に変換するための光電面4が設けられ、この光電面4は、受光面板3にアンチモンを蒸着し、アルカリ金属を反応させることで形成される。光電面4は、受光面板3の中央に形成される有効エリア4aを有し、この有効エリア4aの周囲には、有効エリア4aからはみ出して形成された有効エリア外領域4bが形成されている。

【0011】また、金属容器2の他端部は開放され、電子増倍器27の挿入に利用されている。この電子増倍器27は、図1及び図2に示すように、金属容器2に対して気密に取り付けられる平板状の金属製ステム5を有している。このステム5の中央には、金属容器2の内部と外部とを連通させる円筒状の金属製の排気管6が固定されている。この排気管6は、金属容器2と電子増倍器27とを組み付けた後、金属容器2の内部を真空ポンプ（図示せず）によって排気して真空状態にするのに利用されると共に、光電面4に蒸着させたアンチモンに反応させるアルカリ金属蒸気を金属容器2内に入れる場合にも利用される。

【0012】図2に示すように、電子増倍器27は、光電面4の真下に配置される平板状の集束電極17を有し、この集束電極17には、図2の一点鎖線で示すように、光電面4の有効エリア4aから入射した電子を集束するための集束部20が設けられ、この集束部20には、スリット状のチャンネル開口部18が16本形成され、この16本の開口部18は一方方向にリニアに配列されている。また、この集束部20の周囲にはフレーム部21が設けられ、このフレーム部21には、スリット状のダミー開口部22が形成されている。このダミー開口部22は、集束部20のチャンネル開口部18と同一方向に配列され、この配列方向で、集束部20の両側に1つずつ形成されている。

【0013】また、電子増倍器27は、集束電極17の下方に配置されるブロック状の電子増倍部10を有し、この電子増倍部10は、平板状のダイノード11を8枚積層させることで一体に形成され、各ダイノード11には、集束電極17の集束部20に対向する位置に、電子を増倍するためのスリット状の電子増倍孔13を16本形成させている。また、電子増倍孔13の配列方向で、第1段目のダイノード11aの端部15は、集束電極1

7のフレーム部21に対峙している。なお、16本の電子増倍孔13はそれぞれ集束電極17のチャンネル開口部18に対応して形成されている。

【0014】さらに、電子増倍器27は、電子増倍部10の下方に配置される陽極7を有し、この陽極7は16個の独立した細長い陽極部9で構成されている。各陽極部9は、チャンネル開口部18、電子増倍孔13と同一方向にリニアに配列され、電子増倍部10の各電子増倍孔13に対応している。

【0015】なお、前述した電子増倍器27を組み立てるに際して、図2に示すように、集束電極17、電子増倍部10及び陽極7は、金属容器2の外部からステム5を貫通して垂直に延びるステムピン23によって固定される。また、集束電極17、電子増倍部10及び陽極7は、このピン23によって所定の電位が与えられ、光電面4と集束電極17とは同じ電位に設定され、光電面4と、電子増倍部10と陽極7とは、この順に高い電位に設定される。従って、光電面4で発生した光電子は、集束電極17および電子増倍部10を通過して、陽極7で検出される。

【0016】次に、前述した構成に基づき、光電子増倍管1の作用について説明する。

【0017】まず、集束電極17、電子増倍部10、陽極7に、ピン23を介して所定の電位を与える。この状態で、受光面板3を通して光電面4に光が入射すると、この光電面4で光は光電子を発生する。ここで、光が光電面4の有効エリア4aに入射した場合、有効エリア4aで発生した光電子は、図3の一点鎖線矢印で示すように、集束部20のチャンネル開口部18に集束され、電子増倍部10の第1段目のダイノード11aの電子増倍孔13に入り込んだ後、下に続く各段のダイノード11で増倍され、最下段のダイノード11の電子増倍孔13から出射されて、陽極部9で検出される。

【0018】また、光が光電面4の有効エリア外領域4bに入射した場合、有効エリア外領域4bで発生した光電子は、図3の実線矢印で示されるように、ダミー開口部22に集束され、第1段目のダイノード11aの端部15に捕捉される。このため、光電子は、集束部20を介してダイノード11の電子増倍孔13に入射することではなく、陽極部9で受容されることはなくなる。

【0019】図4は、集束電極17のチャンネル開口部18の配列方向に沿った断面図であり、同図に示すように、フレーム部21と集束部20とを同じ厚さに形成し、チャンネル開口部18の幅をA、ダミー開口部22の幅をBとしている。図5は、ダミー開口部22とこれに隣接する最端のチャンネル開口部18aとに電子を入射させる光電面4の端領域を対象にし、この領域において、光電面4の有効エリア4aから有効エリア外領域4bにかけてチャンネル開口部18の配列方向と平行に直線を引いた場合、この直線上の各位置から光電子を出射

させて最端の陽極部9aで検出させた光電子数の相対的分布を示すグラフ図であり、ダミー開口部22の幅Bの大きさを変えてシミュレーションした結果である。なお、陽極部9aは、ダミー開口部22の隣のチャンネル開口部18に対応するものである。また、縦軸は相対的光電子数、横軸は光電面位置を示している。

【0020】図5において、符号Lは、光電面4の有効エリア4aと有効エリア外領域4bとの境界領域を示し、符号Lの左側部分は有効エリア外領域4bからの光電子数の相対的分布を示し、符号Lの右側部分は有効エリア4aからの光電子数の分布を示している。図5

(a)に示すように、ダミー開口部22の幅Bが $B=0.0A$ のとき、即ち、ダミー開口部22が形成されていないとき、有効エリア外領域4bからの光電子は陽極部9で検出され、この光電子数の分布にピーク（以下、ゴーストピークPと呼ぶ）が形成されている。ゴーストピークPは、BとAとの比（以下、 B/A と呼ぶ）を大きくすると低下し（図5（b）、5（c）及び図5

（d）参照）、 B/A を更に大きくして最終的に0.6（図5（e）参照）としたとき、ゴーストピークPは殆ど消失する。

【0021】このシミュレーション結果から、ダミー開口部22の幅Bは、チャンネル開口部18の幅Aに対して、 $B \geq 0.6A$ の関係を満たすことが好適である。この場合、光電面4の有効エリア外領域4bからの光電子は殆どフレーム部21のダミー開口部22に集束され、第1段目のダイノード11aの端部15に捕捉されることになる。

【0022】次に、図6及び図7と共に本発明に係る光電子増倍管の第2実施形態について説明する。なお、第1実施形態と同一又は同等の構成部分については同一符号を付し、その説明は省略する。

【0023】図6は、光電子増倍管1の第2実施形態に適用される集束電極17を示す断面図である。同図に示すように、フレーム部21は集束部20より厚く形成されている。この点で、第2実施形態の光電子増倍管1は第1実施形態の光電子増倍管1と異なっている。なお、図6に示すように、符号Sの部分は、フレーム部21の内端ではあるが、このS部分は集束部20と同じ厚さになっている。

【0024】このように集束部20よりフレーム部21を厚く形成した場合、第1実施形態で最適とされた関係式 $B=0.6A$ を第2実施形態の集束電極17に適用すると、図7（a）に示すように、小さいながらもゴーストピークPが検出される。ここで、集束部20の厚さ t_1 とフレーム部21の厚さ t_2 との差を Δ として、ダミー開口部22の幅Bを $B=0.6A+0.5\Delta$ とするとゴーストピークPは低下し（図7（b）参照）、 $B=0.6A+1.0\Delta$ としたとき、ゴーストピークPはほぼ完全に消失する（図7（c）参照）。このシミュレーション

ン結果から、ダミー開口部22の幅Bは、 $B \geq 0.6A + 1.0\Delta$ とするのが好適である。ダミー開口部22の幅Bが上記の関係式を満たすようにダミー開口部22を形成した場合、有効エリア外領域4bから発生する光電子は、ダミー開口部22に集束され、第1段目のダイノード11aの端部15に捕捉される。

【0025】本発明は、前述した実施形態に限られない。例えば、チャンネル開口部18をリニアに配列させて集束部20を構成させたが、集束部20のチャンネル開口部18は、マトリクス状に配列させてもよい。

【0026】また、ダミー開口部22を、チャンネル開口部18の配列方向で、集束部20の両側に形成させたが、ダミー開口部22は、チャンネル開口部18の配列方向に直交する方向で、集束部20の両側に形成させてもよい。

【0027】更に、電子増倍器27は、前述した金属容器2が無状態の単体部品として使用された場合、真空チャンバ（図示せず）内で使用される。

【0028】また、前述した光電子増倍管1又は電子増倍器27は、最終段ダイノードをもった光電子増倍管又は電子増倍器に適用することもできる。

【0029】

【発明の効果】本発明による電子増倍器及び光電子増倍管は、以上のように構成されているので、以下に示す効果を有する。

【0030】即ち、本発明の電子増倍器及び光電子増倍管は、第1段目のダイノードの端部に対峙させたフレーム部に少なくとも1つのダミー開口部を設ける構成としたので、フレーム部に入射した電子は、フレーム部のダミー開口部に集束され、第1段目のダイノードの端部表面に捕捉される。この結果、フレーム部に入射する電子は、電子増倍には寄与せず、陽極で全く受容されることはない。従って、この電子増倍器及び光電子増倍管は、フレーム部に向けて入射する電子により不要な信号を発生し難くさせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光電子増倍管の外観を示す斜視図である。

【図2】本発明による電子増倍器の第1実施形態を示す分解斜視図である。

【図3】図2の電子増倍器の断面図である。

【図4】図2の集束電極の断面図であり、ダミー開口部の幅、及びチャンネル開口部の幅の大きさの関係を示している。

【図5】光電子増倍管の第1実施形態で、ダミー開口部の幅を変化させたときの、陽極部で検出される光電子数の相対的分布のシミュレーション結果を示すグラフ図である。

【図6】光電子増倍管の第2実施形態に適用した集束電極の断面図であり、ダミー開口部の幅、及びチャンネル

7

8

開口部の幅の大きさの関係を示している。

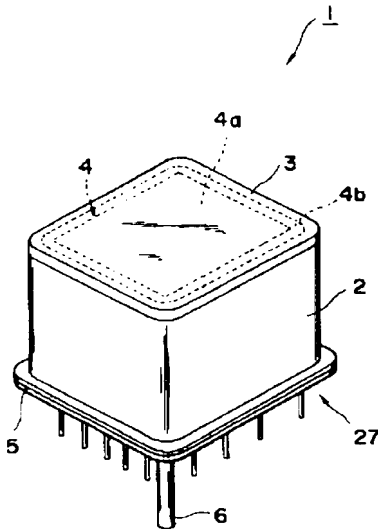
【図7】光電子増倍管の第2実施形態で、ダミー開口部の幅を変化させたときの、陽極部で検出される光電子数の相対的分布のシミュレーション結果を示すグラフ図である。

【符号の説明】

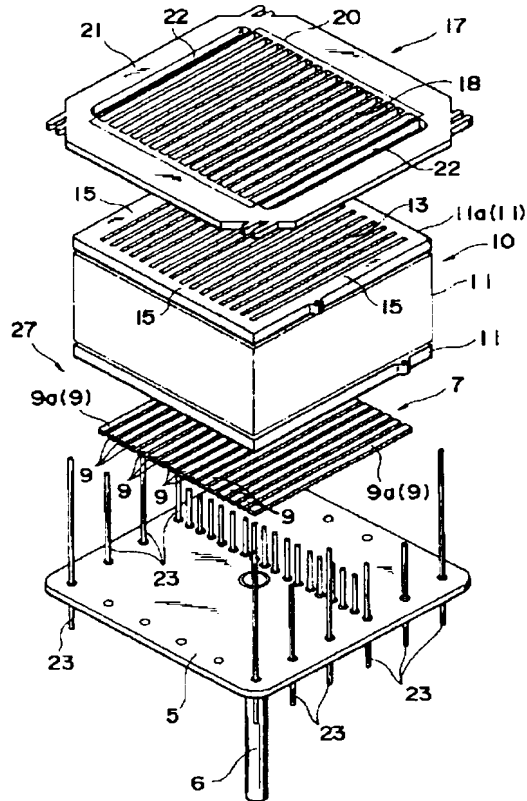
1…光電子増倍管、2…金属容器（真空気密容器）、3

…受光面板、4…光電面、7…陽極、10…電子増倍部、11…ダイノード、11a…第1段目のダイノード、13…電子増倍孔、17…集束電極、18…チャンネル開口部、20…集束部、21…ダミー開口部、22…フレーム部、27…電子増倍器、A…チャンネル開口部の幅、B…ダミー開口部の幅、C…ダミー開口部の厚さとチャンネル開口部の厚さとの差。

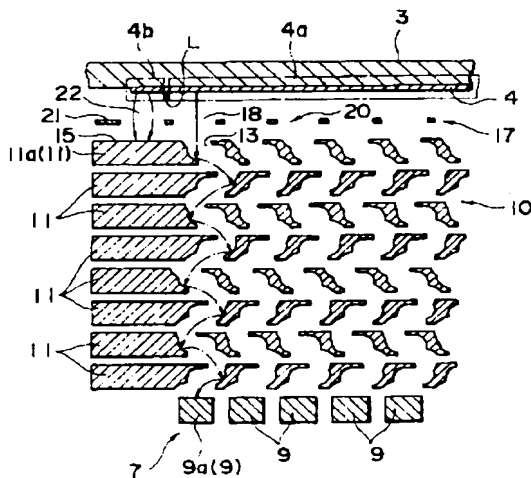
【図1】



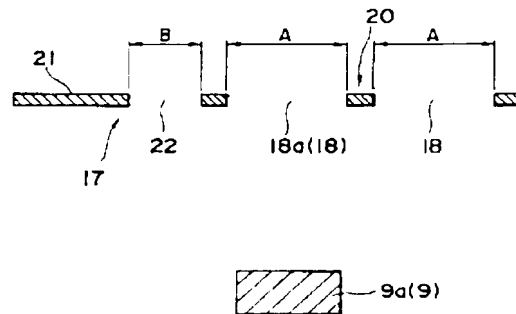
【図2】



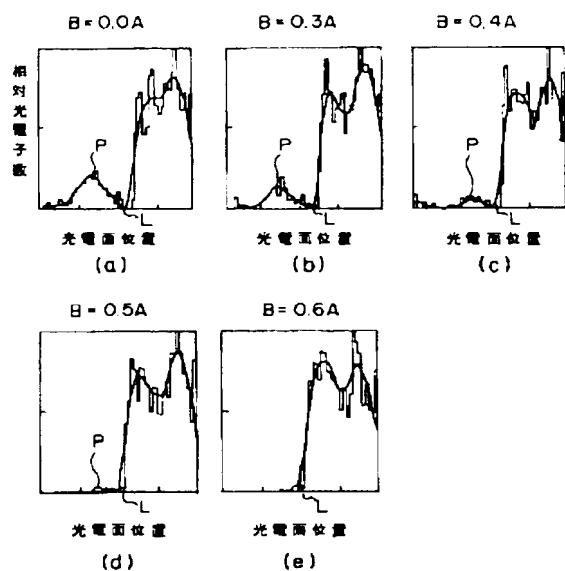
【図3】



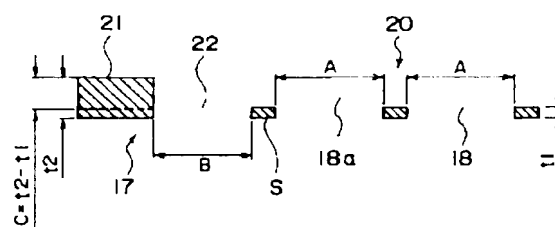
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

